

УДК 69.025 : 691.161.5

А.И.МЕНЕЙЛЮК, д-р техн. наук, О.А.ПОПОВ, канд. техн. наук

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

В.И.МОСКАЛЕНКО

ООО «Промстройремонт», г.Донецк

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ДИСПЕРСНО-АРМИРОВАННОЙ БЕТОННОЙ СМЕСИ НА ЕЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Приводятся экспериментальные исследования по изучению влияния технологии приготовления дисперсно-армированной бетонной смеси на ее технологические свойства. Такими свойствами выбраны осадка конуса бетонной смеси и ее водоотделение. Проведенные экспериментальные исследования обрабатывались с использованием методов экспериментально-статистического моделирования.

В настоящее время существует большое количество технологий, позволяющих эффективно проводить работы по устройству и ремонту бетонных покрытий. Их выбор проводится с учетом конкретных условий и объектов. В случаях, когда объект относится к категории специальных сооружений (полы промышленных предприятий, паркинги, вертолетные площадки и др.), к ним предъявляются повышенные технологические требования. В этих условиях конкурентоспособным материалом для устройства полов, как показывают результаты многих исследований [1, 2], является бетон, дисперсно-армированный фиброй из высокомолекулярных полимеров. Однако при проведении работ с дисперсно-армированными бетонами большое значение имеют не только правильный подбор и рациональное сочетание исходных материалов, но и технология приготовления бетонной смеси непосредственно при устройстве покрытий.

Анализ технологий приготовления бетонных смесей позволил выбрать две из них. Первая – с использованием скоростного смесителя, вторая – с использованием смесителя гравитационного типа. В дальнейшем, для удобства, технология приготовления с использованием скоростного смесителя обозначена как «технология 1». Технология с использованием смесителя гравитационного типа – «технология 2».

При проведении исследований использована фибра “Bauson” компании Budmais. Она представляет собой 100% натуральные полипропиленовые волокна с низкой тепло- и электропроводностью, высокой кислото- и щелочестойкостью. Волокно обладает высокой растяжимостью (прочность на растяжение в два раза больше, чем у углеродистой стали), модулем упругости близким к бетону. Сцепление с цементным камнем происходит за счет физической адгезии (неровности и “микрогофры” на поверхности волокон), а также за счет механиче-

ского заклинивания в бетонной матрице.

Ниже представлены сравнения технологических свойств бетонов, полученных при использовании двух различных технологий приготовления. Проведенными теоретическими исследованиями такими свойствами определены осадка конуса бетонной смеси и ее водоотделение.

Свойства бетонных смесей описаны диаграммами квадрат на квадрате, которые позволяют эффективно решать задачи управления технологией и свойствами исследуемых бетонных смесей. Большой (несущий) квадрат характеризует изменения исследуемых эксплуатационно-технологических показателей при изменении количества суперпластификатора (x_2) и щебня (x_4). На осях, соответствующих этим факторам, нанесены их дозировки. Для суперпластификатора (x_2) – это (0,3; 0,65 и 1)% от массы цемента, для щебня (x_4) – это (25, 50 и 75)% от общей массы заполнителя. Изменения технологических и эксплуатационных показателей, характеризуются изолиниями, построенными по экспериментально-статистическим моделям.

Малый квадрат характеризует изменения исследуемых свойств при изменении модифицирующих факторов состава – полимерной фибры (x_1) и микрокремнезема (x_3). По аналогии с несущим квадратом, на осях, соответствующих этим факторам состава, нанесены их дозировки (0; 0,3 и 0,6) кг полимерной фибры (x_1) и (0,5 и 10)% микрокремнезема (x_3), используемого для замены соответственно 0,5 или 10% цемента. Перемещение малого квадрата по большому позволяет проанализировать изменения технологических показателей в зависимости от изменения количества всех четырех исследуемых факторов.

Осадка конуса (ОК). Один из основных технологических показателей бетонной смеси – это ее удобоукладываемость или подвижность. Она оказывает существенное влияние на характеристики конечного продукта. Бетонная смесь должна иметь такую удобоукладываемость, которая позволила бы достичь при ее уплотнении максимальной плотности за счет наименьшего усилия [3]. Для определения подвижности бетонной смеси в исследованиях, измеряли ее осадку по стандартному конусу.

По результатам экспериментальных исследований влияния рассматриваемых факторов на показатель подвижности бетонной смеси получены математические модели (1) и (2) его изменения для двух технологий. Модели получены путем математической обработки результатов экспериментов.

$$OK_1 = 16,7 - 0,39x_1 + 5,44x_2 - 1,93x_3 + 9,00x_4 - 2,51x_1^2 + 1,66x_2^2 - 6,42x_4^2 - 2,07x_1x_3 - 0,45x_1x_4 + 2,84x_2x_3 + 5,14x_2x_4 - 2,22x_3x_4; \quad (1)$$

$$OK_2 = 16,6 + 5,11x_2 - 1,51x_3 + 8,80x_4 - 2,22x_1^2 + 2,18x_2^2 - 6,70x_4^2 - 2,01x_1x_3 - 0,65x_1x_4 + 2,65x_2x_3 + 4,69x_2x_4 - 1,90x_3x_4. \quad (2)$$

Как видно из представленных аналитических зависимостей, характер влияния исследуемых факторов при различных технологиях приготовления бетонной смеси практически одинаков.

На рис.1, 2 показаны диаграммы изменения осадки дисперсно-армированных бетонных смесей, полученных соответственно по «технологии 1» и «технологии 2».

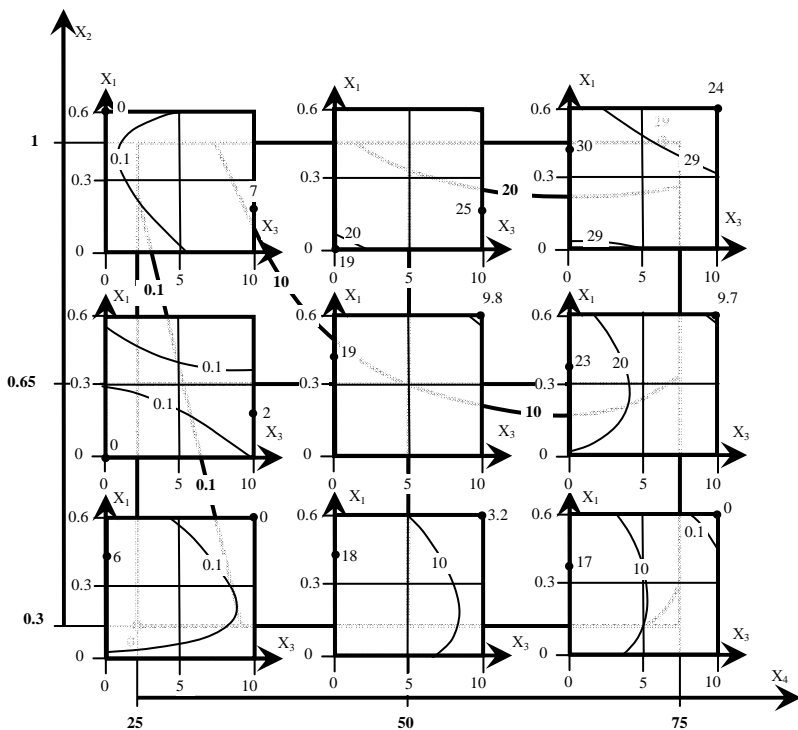


Рис.1 – Диаграммы изменения осадки конуса дисперсно-армированных бетонных смесей, полученных по «технологии 1»

Как видно из рис.1, 2, при использовании как одной, так и другой технологии фактором, в наибольшей степени увеличивающим осадку конуса бетонной смеси, является увеличение количества крупного заполнителя. При приготовлении бетонной смеси с применением скоростного смесителя это значение может достигать 29 см. Это объясняет-

ся меньшим количеством воды, необходимой для смачивания зерен крупного заполнителя. Вследствие этого образуется большое количество несвязанной воды, которая способствует высокой подвижности бетонной смеси.

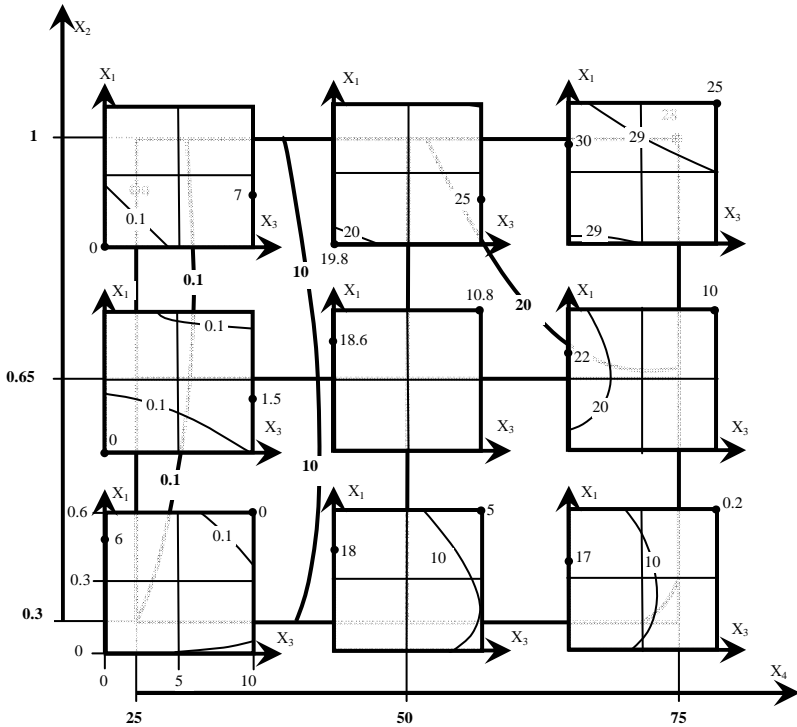


Рис.2. – Диаграммы изменения осадки конуса дисперсно-армированных бетонных смесей, полученных по «технологии 2»

Практически не сказывается на изменении осадки конуса смесей замена части цемента ферросилицием. Данный эффект объясняется близкими показателями некоторых физических характеристик этих компонентов. Такими, например, как размер их зерен. Как известно, микрокремнезем является активным веществом, способным вступать в химическую реакцию с водой. Количество частиц кремнезема вступивших в реакцию с водой, значительно меньше, чем у того же количества цемента. Этим, вероятно, и можно объяснить некоторое увеличение ОК в результате увеличения количества микрокремнезема.

Введение фибры в бетонную смесь, практически, не изменяет ее осадку конуса. Это объясняется малым количеством фибры и наличием суперпластификатора. Необходимо отметить, что в случае с фиброй большое влияние на осадку конуса бетонной смеси оказывает качество введения, перемешивания и распределения фибры в смеси.

Как видно из рис.1, 2, составы, удовлетворяющие требованиям для устройства полов (по величине ОК)[4], находятся в области с содержанием щебня более 40% от общего количества заполнителя в объеме смеси.

Водоотделение бетонной смеси (V) является одной из форм расслоения бетонной смеси. От этой величины зависят технологические параметры укладки и уплотнения бетонной смеси при устройстве бетонных покрытий.

Экспериментальные исследования позволили получить математические модели изменения V для смесей, приготовленных по двум технологиям. Модель (3) построена по данным, полученным после приготовления смесей по «технологии 1»

$$V_1 = 0,79 - 0,28x_3 + 0,60x_4 + 0,23x_1^2 + 0,41x_2^2 - 0,23x_3^2 - 0,45x_1x_3 + 0,45x_1x_4 - 0,52x_2x_3 + 0,73x_2x_4. \quad (3)$$

Модель (4) показывает влияние исследуемых факторов на водоотделение бетонных смесей, приготовленных по «технологии 2»

$$V_2 = 1,00 - 0,24x_3 + 0,56x_4 + 0,31x_2^2 - 0,16x_4^2 - 0,35x_1x_3 + 0,33x_1x_4 - 0,39x_2x_3 - 0,65x_2x_4. \quad (4)$$

Анализ коэффициентов моделей (3) и (4) показывает следующее. При использовании «технологии 1» на водоотделение бетонной смеси оказывают влияние максимальные дозировки фибры (x_1^2) и микрокремнезема (x_3^2). При использовании «технологии 2» эти факторы исключены как незначимые. Во втором случае уменьшается влияние и других исследуемых факторов на данное свойство (см. соответствующие коэффициенты в моделях (3) и (4)). Анализ совместного влияния факторов на показатель водоотделения, как и на остальные исследуемые технологические и эксплуатационные показатели, выполняли с использованием построенных диаграмм.

На рис.3, 4 показаны изменения значений водоотделения смеси при использовании «технологии 1» и «технологии 2» соответственно.

Как видно из рис.3, 4, максимальное водоотделение достигается при минимальном количестве микрокремнезема (x_3) и максимальных значениях всех остальных факторов состава.

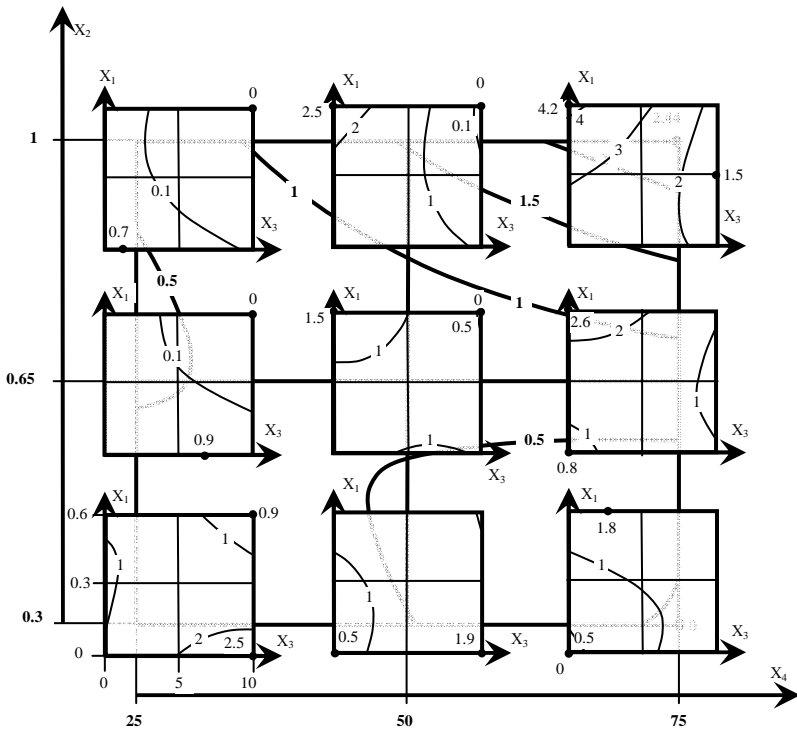


Рис.3 – Диаграммы изменения значений водоотделения смеси при использовании «технологии 1»

Повышенное водоотделение может отрицательно сказаться на эксплуатационных свойствах бетонных смесей. Поднимающаяся вода несет с собой значительное количество тонких частиц цемента, образуя слой цементного молока, которое значительно уменьшает прочность верхнего слоя. Однако, полное отсутствие водоотделения также может негативно сказаться на свойствах бетона, так как при испарении излишнего количества воды происходит понижение водоцементного отношения, в результате чего повысится прочность конечного продукта.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод о том, что при приготовлении бетонной смеси на строительной площадке возможно применение бетономешалки гравитационного типа. При этом получаемые дисперсно-армированные бетонные смеси обладают

технологическими свойствами, установленными нормативной документацией.

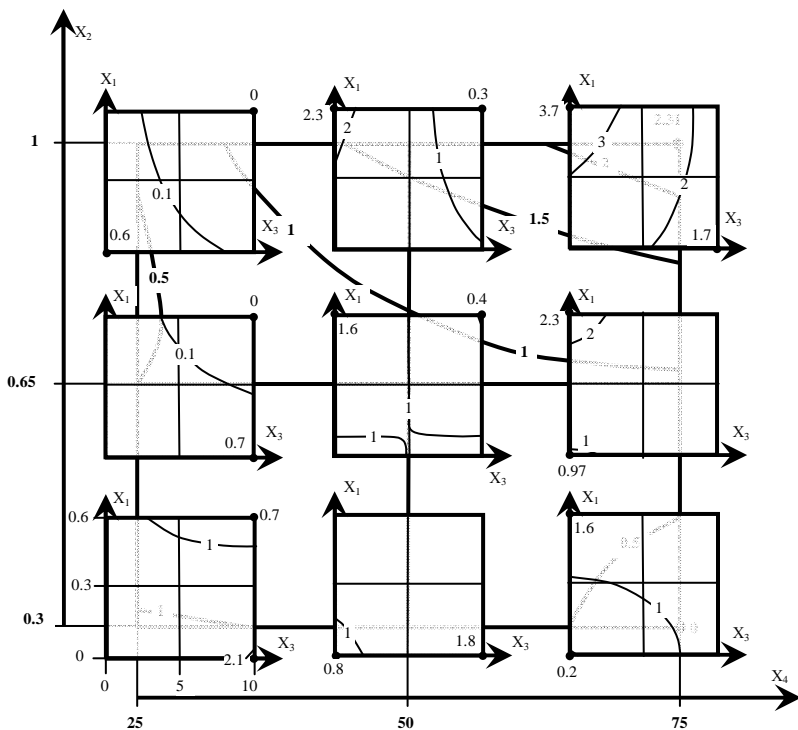


Рис. 4 – Диаграммы изменения значений водоотделения смеси при использовании «технологии 2»

1. Neville A.M. Properties of concrete. – London, 1988. – 779 p.
2. Рабинович Ф.Н. Композиты на основе дисперсно-армированных бетонов: Вопросы теории и проектирования, технология, конструкции. – М.: АСВ, 2004. – 560 с.
3. Хаютин Ю.Г. Монолитный бетон: технология производства работ. – М., Стройиздат, 1991. – 576 с.
4. ДСТУ Б В.2.7-96-2000. Суміші бетонні. Технічні умови.

Получено 29.10.2007